

## **PEMBUATAN GENERATOR MIKRO WINDBELT DENGAN OPTIMASI PARAMETER PITA DAWAI DAN MAGNET**

*Muhammad Hidayat dan Jatmiko Endro Suseno*

*Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*

*Email: [muhammad.hidayat@st.fisika.undip.ac.id](mailto:muhammad.hidayat@st.fisika.undip.ac.id) / [dayatsmalix@gmail.com](mailto:dayatsmalix@gmail.com)*

### **ABSTRACT**

*Wind energy has the potential to be utilized as a power plant. One of the utilization of wind energy into electrical energy by making Windbelt generator. Then do research to find the value of the voltage on the generator Windbelt optimization by varying the parameters of the ribbon and the magnet, the magnetic variation on this Windbelt generator includes a magnet and a thick diameter magnet, variations among others 10,12,15,18,20 mm diameter while the thickness variation between another 1.5 and 2 mm. Then for the ribbon parameters include length of ribbon and tape width, variations in use for a long ribbon among others 60,80,100 cm whereas the variation for bandwidth among others 15,18,20,25,30 mm. In order to obtain the optimal voltage value then the coils and wind speeds need to be noticed and measured, variations 1000,1500,2000 winding coils used for measuring wind speed at 1,2,3,4 m / s. Having done research found value best optimization of parameter variations - variations of which have been taken to optimisi voltage on the generator Windbelt with a diameter of 18 mm, thick magnet 2 mm, band width 20 mm, length of ribbon 60 cm, the number of windings in 2000, the wind speed of 4 m / s. Generate a voltage value stream optimization for 5 Volt, 146 mA and Power 0.73 mWatt large voltage generated Windbelt generator capable of powering the LED.*

*Keywords: Windbelt, voltage optimization, neodymium magnet, ribbon*

### **ABSTRAK**

Energi angin sangat berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi pembangkit listrik. Salah satu pemanfaatan energi angin menjadi energi listrik dengan membuat generator windbelt. Maka dilakukan penelitian untuk mencari nilai optimasi tegangan pada generator windbelt dengan memvariasi parameter pada pita dan magnet, variasi magnet pada generator windbelt ini meliputi diameter magnet dan tebal magnet, variasi diameter antara lain 10,12,15,18,20 mm sedangkan variasi tebal antara lain 1,5 dan 2 mm. Kemudian untuk parameter pita meliputi panjang pita dan lebar pita, variasi yang di gunakan untuk panjang pita antara lain 60,80,100 cm sedangkan variasi untuk lebar pita antara lain 15,18,20,25,30 mm. Agar mendapatkan nilai tegangan yang optimal maka kumparan dan kecepatan angin perlu di perhatikan dan diukur, variasi kumparan yang gunakan 1000,1500,2000 lilitan untuk kecepatan angin yang di ukur 1,2,3,4 m/s. Setelah di lakukan penelitian didapatkan nilai optimasi terbaik dari parameter variasi - variasi yang telah diambil untuk optimasi tegangan pada generator windbelt dengan diameter 18 mm, tebal magnet 2 mm, lebar pita 20 mm, panjang pita 60 cm, jumlah lilitan 2000, kecepatan angin 4 m/s. Menghasilkan nilai tegangan optimasi sebesar 5 Volt arus 146 mA dan besar Daya 0,73 mWatt tegangan yang di hasilkan generator windbelt mampu menyalakan LED.

Kata kunci: Windbelt, optimasi tegangan, magnet neodymium, pita

### **PENDAHULUAN**

Salah satu energi yang dapat diubah menjadi energi listrik ialah energi angin. Energi angin yang di ubah menjadi energi listrik dengan membangun pembangkit listrik tenaga angin berupa kincir angin raksasa. Untuk membangun kincir angin raksasa dibutuhkan lahan yang luas dan tenaga angin yang besar serta biaya yang tidak sedikit.

Energi listrik dengan tenaga angin ialah energi listrik yang ramah lingkungan dikarenakan tidak menimbulkan polusi akibat proses perubahan energi. Namun biaya untuk membuat Pembangkit listrik energi angin ini juga cukup besar sehingga dibutuhkan inovasi-inovasi baru untuk memanfaatkan energi listrik dengan tenaga angin. Jika biasanya angin dimanfaatkan untuk memutar kincir sehingga dapat menghasilkan listrik,

kekuatan angin yang dibutuhkanpun harus besar untuk mampu memutar kincir angin agar mendapat daya listrik yang tinggi. Salah satu inovasi terbaru untuk memanfaatkan energi angin menjadi energi listrik namun tidak menggunakan kincir dan pembuatan yang memakan biaya rendah yaitu dengan membuat mikro generator windbelt atau pita angin/sabuk angin. Windbelt adalah salah satu inovasi mikro generator yang diciptakan oleh Shawn Frayne, windbelt ini sangat murah dan hemat dalam pembuatannya, dengan konsep menempelkan magnet pada pita. Magnet yang di tempelkan pada pita akan berosilasi apabila pita di tiup oleh angin, sehingga magnet yang berosilasi didekatkan dengan kumpara-kumparan yang di pasang di samping magnet. dan Interaksi antara magnet dengan kumparan akan menghasilkan

energi listrik. Konsep yang di gunakan dalam mikro generator windbelt dalam menghasilkan energi listrik yaitu konsep GGL induksi , terjadi Induksi elektromagnetik karena gejala timbulnya arus listrik pada kawat penghantar disebabkan perubahan medan magnet. Beda potensial antara keduanya disebut ggl induksi dan arus yang ditimbulkan disebut arus induksi.

Dengan memanfaatkan fenomena yang terjadi antara pita dawai yang beresilasi akibat aerolastic flutter dengan konsep gaya gerak listrik maka dari itu peneliti ingin melakukan penelitian hubungan antara tegangan keluaran pada windbelt generator dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya untuk mendapatkan nilai tegangan keluaran yang optimal sebelum windbelt digunakan sebagai pembangkit listrik agar menghasilkan nilai tegangan yang optimal. Dengan metode membuat variabel yang konstan kemudian mengubah variabel variabel yang mempengaruhi nilai tegangan keluaran pada generator windbelt maka akan dihasilkan nilai keluaran yang optimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai optimasi tegangan pada mikro generator windbelt, Optimasi parameter magnet pada mikro generator windbelt, Optimasi parameter pita dawai pada mikro generator windbelt

## DASAR TEORI

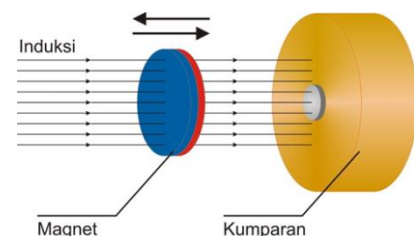
Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara disekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah. Pemanasan oleh matahari, maka udara memuai. Angin merupakan salah satu bentuk energi yang tersedia secara melimpah di alam. Keberadaan angin yang tidak terbatas membuatnya dapat dimanfaatkan dalam skala besar dan terus menerus. Angin juga merupakan salah satu jenis energi yang dalam proses konversi ke energi listrik tidak memiliki dampak negatif. Tekanan udara yang telah memuai massa jenisnya menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun. Udara disekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan rendah. Udara menyusut menjadi lebih berat dan turun ke tanah. Diatas tanah udara menjadi panas lagi dan naik kembali.

Aliran naiknya udara panas dan turunnya udara dingin ini dikarenakan konveksi [1].

Definisi gaya gerak listrik adalah beda potensial antara ujung-ujung penghantar sebelum dialiri arus listrik. Gaya gerak listrik disingkat dengan GGL, dengan satuan volt. Gaya gerak listrik merupakan energi yang diberikan pada setiap muatan listrik untuk bergerak antara dua kutub baterai atau generator. Adapun yang dimaksud fluks magnetik adalah banyaknya garis gaya magnet yang menembus suatu bidang. Besarnya GGL induksi ipada kumparan dapat dinyatakan dengan :

$$\varepsilon = N \frac{d\phi}{dt} \quad (2.1)$$

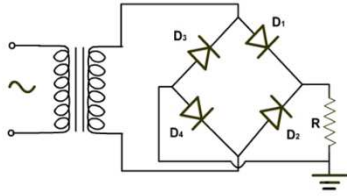
Dengan  $\varepsilon$  adalah ggl induksi, N adalah jumlah lilitan,  $d\Phi/dt$  adalah Perubahan fluks magnetik. Gaya gerak listrik dapat dilihat pada gambar 2.1



**Gambar 2.1 Gaya Gerak Listrik**

GGL induksi dapat terjadi pada kedua ujung kumparan jika di dalam kumparan terjadi perubahan jumlah garis-garis gaya magnet (fluks magnetik). GGL yang timbul akibat adanya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet dalam kumparan disebut GGL induksi. Arus listrik yang ditimbulkan GGL induksi disebut arus induksi. Peristiwa timbulnya GGL induksi dan arus induksi akibat adanya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet disebut induksi elektromagnetik [2].

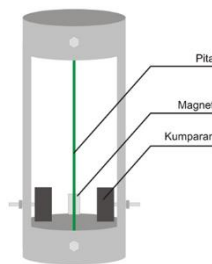
Penyearah Gelombang Penuh dengan menggunakan 4 Dioda adalah jenis Rectifier yang paling sering digunakan dalam rangkaian Power Supply karena memberikan kinerja yang lebih baik dari jenis Penyearah lainnya. Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda ini juga sering disebut dengan Bridge Rectifier atau Penyearah Jembatan.



**Gambar 2.2 Penyearah gelombang penuh**

Berdasarkan gambar diatas, jika Transformer mengeluarkan output sisi sinyal Positif (+) maka Output maka D1 dan D2 akan berada dalam kondisi Forward Bias sehingga melewati sinyal Positif tersebut sedangkan D3 dan D4 akan menghambat sinyal sisi Negatifnya. Kemudian pada saat Output Transformer berubah menjadi sisi sinyal Negatif (-) maka D3 dan D4 akan berada dalam kondisi Forward Bias sehingga melewati sinyal sisi Positif (+) tersebut sedangkan D1 dan D2 akan menghambat sinyal Negatifnya [3].

Windbelt adalah pita kibar yang dikibarkan oleh angin yang mengalami turbulensi. Getaran dari kibaran pita diteruskan untuk menggetarkan magnet yang berada di antara kumparan sehingga menghasilkan perubahan fluks magnet yang menembus kedua kumparan tersebut. Perubahan fluks magnet menghasilkan gaya gerak listrik. Windbelt merupakan alat alternatif untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik selain kincir angin Berikut gambar 2.3 menunjukan rancangan windbelt [4].



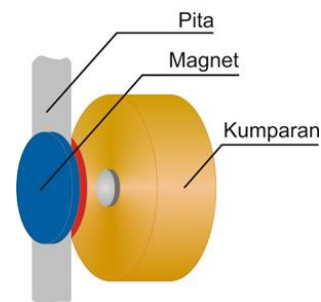
**Gambar 2.3 Rancangan untuk windbelt**

Windbelt bekerja berdasarkan fenomena Aeroelastic flutter. Efek Aeroelastic flutter merupakan topik dalam bidang aeronautic dan civil engineering dalam bidang ini kibaran

(fluttering) dipelajari untuk mencegah terjadinya, sebab kerusakan fatal pada sayap pesawat terbang, jembatan dan struktur lainnya. Di lain pihak aerolastic flutter di pelajari untuk memperoleh struktur yang mudah untuk berkibar agar dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik [5].

Fenomena aerolastic flutter melibatkan tiga unsur yaitu inersia, elastik, dan gaya aerodinamik. Sudah banyak tinjauan persamaan gerak aerolastic flutter yang dikaji terkait konstruksi jembatan dan pesawat terbang. Dalam kajian tersebut diarahkan untuk mencari formula menghindari adanya aerolastic flutter yang bersifat merusak struktur. Sebaliknya pada pita kibar atau windbelt, fenomena aerolastic flutter di kaji untuk memperoleh formula untuk merancang windbelt yang dapat memanen energi angin sebesar mungkin. Dengan demikian diinginkan pita berkibar (flutter) pada kecepatan angin rendah atau tinggi, dengan menyerap energi angin sebanyak mungkin.

Generator dibuat dari kawat email berdiameter 0,1 mm yang di gulung membentuk kumparan lilitan dan dua buah magnet neodyum berukuran variasi berbentuk disc. Berikut gambar generator [6].

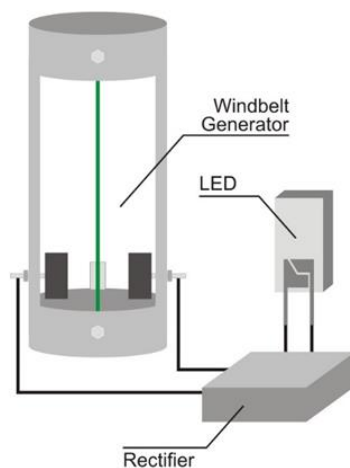


**Gambar 2.4 generator pada windbelt**

## METODE PENELITIAN

Penelitian optimasi nilai tegangan pada mikro generator windbelt ini akan di lakukan secara 3 tahap . Tahap pertama yaitu perakitan windbelt, kemudian tahap kedua yaitu Optimasi pada penelitian ini meliputi tegangan dan arus terhadap luas magnet, tebal magnet, panjang pita, lebar pita, , jumlah lilitan dan kecepatan angin. Tahap ketiga yaitu analisis data.

Perakitan windbelt ini ditemukan oleh Shawn Frayne Hamdinger pada tahun 2004. Windbelt merupakan alat alternatif untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik selain kincir angin. Dengan memasang pita yang sangat sensitif terhadap angin sehingga efektif untuk memanen energi yang dihasilkan akibat aerolastic flutter, diantara pita ditempelkan sepasang magnet disc sehingga magnet berosilasi dan berinteraksi terhadap kumparan yang dipasang di sampingnya. Gambar 3.1 Skema Perakitan Windbelt.



**Gambar 3.1 Skema Perakitan Winbelt**

Optimasi parameter Variasi Magnet Untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus yang optimal maka dibutuhkan medan magnet yang besar dan optimal sehingga dilakukan variasi pada magnet dengan cara menjadikan variabel yang lain konstan kecuali variabel pada magnet. Variabel yang diukur pada magnet yaitu diameter magnet dan tebal magnet. Variasi Pita Untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus yang optimal maka di butuhkan getaran (frekuensi) pada pita yang cepat sehingga dilakukan variasi pada pita dengan cara menjadikan variabel yang lain konstan kecuali variabel pada pita. Variabel yang diukur pada pita yaitu panjang pita dan lebar pita. Variasi Kumparan Untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus yang optimal maka di butuhkan GGL yang cukup pada kumparan sehingga dilakukan karakterisasi pada kumparan dengan cara menjadikan variabel yang lain konstan kecuali variabel pada kumparan. Variabel yang diukur pada kumparan yaitu jumlah lilitan. Kecepatan angin Pengujian optimalisasi nilai tegangan dan

arus dengan mengatur variabel kecepatan angin untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Berdasarkan data yang telah diperoleh, kemudian dibuat grafik dengan hubungan arus (I), tegangan (V), terhadap variabel tinggi pita (cm), lebar pita (mm), diameter magnet (mm), tebal magnet (mm), jumlah lilitan (N) dan kecepatan angin (m/s). Dari hasil tegangan akan dilakukan analisis terhadap kenaikan tegangan dari setiap variabel yang telah diteliti untuk mendapatkan nilai yang optimal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

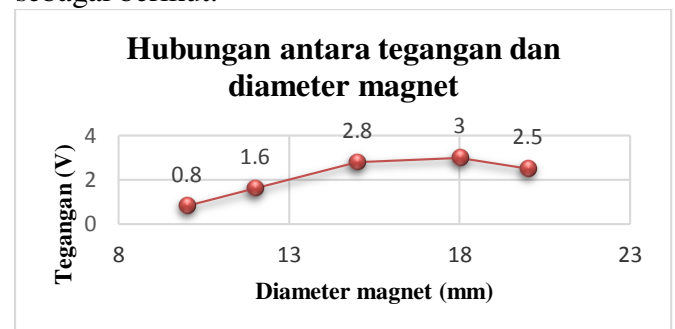
### Magnet

Variasi magnet yang akan dibahas meliputi pengaruh diameter magnet dan tebal magnet terhadap nilai tegangan keluaran pada generator windbelt. Berdasarkan hasil penelitian dari pengukuran tegangan terhadap diameter magnet maka diperoleh data sebagai berikut.

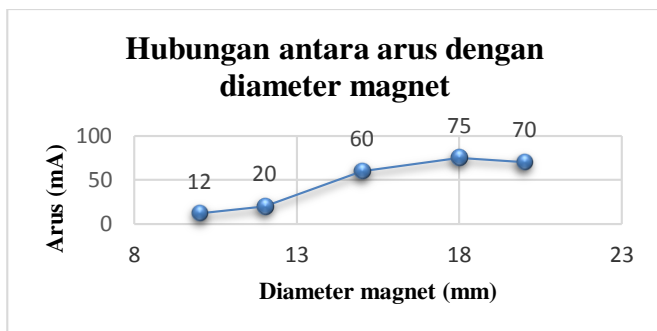
**Tabel 4.1. Diameter magnet**

No	Diameter (mm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	10	0,8	12
2	12	1,6	20
3	15	2,8	60
4	18	3,0	75
5	20	2,5	70

Tabel 4.1 menunjukkan data yang diperoleh dalam penelitian variasi diameter magnet terhadap tegangan yang dihasilkan. Dari data yang telah diperoleh maka dibuat grafik hubungan antara diameter magnet dengan tegangan dan arus sebagai berikut.



**Gambar 4.1. Grafik hubungan antara tegangan dengan diameter magnet**



**Gambar 4.2. Grafik hubungan antara arus dengan diameter magnet**

Berdasarkan hasil penelitian dari pengukuran tegangan terhadap tebal magnet maka di peroleh data sebagai berikut

No	Tebal (mm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	1,5	2,8	60
2	2	3,4	70

Tabel 4.2 menunjukan data yang di peroleh dalam penelitian variasi tebal magnet terhadap tegangan yang dihasilkan. tebal magnet yang di gunakan dalam data ini 15 mm. Karena magnet disc 15 mm memiliki 2 tebal , 1,5 mm dan 2 mm. Magnet dengan tebal 2 mm memiliki nilai tegangan keluaran yang lebih tinggi dari magnet dengan tebal 1,5 mm

Analisis fisis dari hasil yang di berikan pada data yang telah peneliti dapatkan, di dalam generator windbelt medan magnet dan fluks/garis gaya akan mempengaruhi besar nilai tegangan dan arus yang di dihasilkan oleh generator windbelt, medan magnet dan fluks garis gaya apabila semakin besar maka semakin besar pula tegangan yang di dikeluarkan oleh generator windbelt. Di sebabkan diameter magnet yang semakin besar maka semakin besar pula garis gaya yang di dapatkan namun semakin besar diameter magnet massa magnet semakin besar pula, sehingga pembesaran massa magnet yang terjadi akan menghambat laju pita dawai sehingga mengurangi frekuensi (getaran) pada dawai menyebabkan garis gaya magnet berkurang dan nilai tegangan yang di dihasilkan menurun. Tebal magnet akan mengurangi

jarak antara sumber kumparan dengan pusat magnet. Semakin kecil jarak antara pusat magnet dengan kumparan maka besar medan magnet yang dihasilkan, hal tersebut menyebabkan tegangan keluaran pada generator semakin besar.

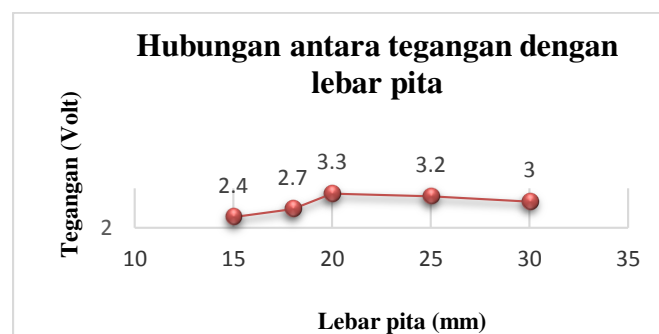
### Pita

Variasi pita yang akan di bahas meliputi pengaruh tinggi pita dan lebar pita terhadap nilai tegangan keluaran pada generator windbelt. Berdasarkan hasil penelitian dari pengukuran tegangan terhadap lebar pita maka di peroleh data sebagai berikut.

**Tabel 4.3 Lebar pita**

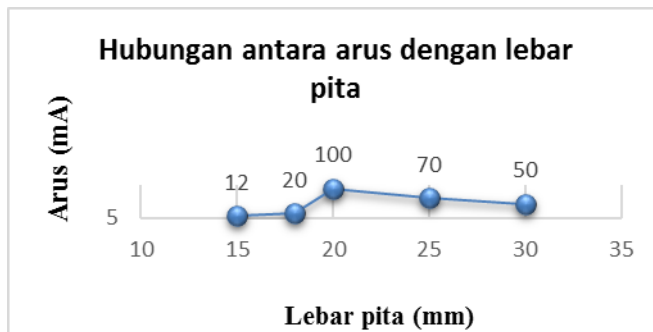
No	Lebar (mm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	15	2,4	12
2	18	2,7	20
3	20	3,3	100
4	25	3,2	70
5	30	3,0	50

Tabel 4.3 menunjukan data yang di peroleh dalam penelitian variasi lebar pita terhadap tegangan yang dihasilkan. Dari data yang telah di peroleh maka dibuat grafik hubungan antara lebar pita dengan tegangan dan arus sebagai berikut:



**Gambar 4.3. Grafik hubungan antara tegangan dengan lebar pita**





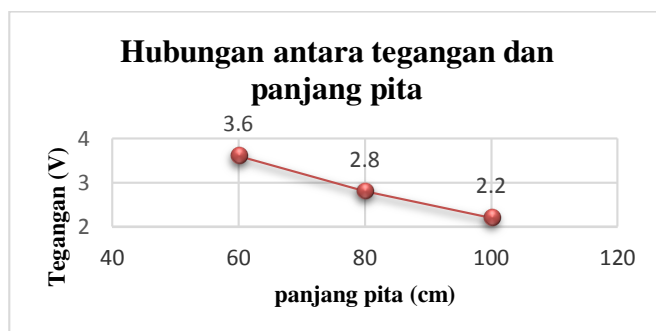
**Gambar 4.4. Grafik hubungan antara arus dengan lebar pita**

Dalam grafik hubungan antara lebar pita dan tegangan yang di tunjukan oleh gambar 4.3. menjelaskan bahwa titik puncak optimasi ketika lebar pita yang di gunakan bernilai 20 mm menghasilkan tegangan sebesar 3,3 volt. Sedangkan dalam grafik hubungan antara lebar pita dan arus yang di tunjukan oleh gambar 4.4. menjelaskan bahwa titik puncak optimasi ketika lebar pita yang di gunakan bernilai 20 mm menghasilkan arus sebesar 100 mA.

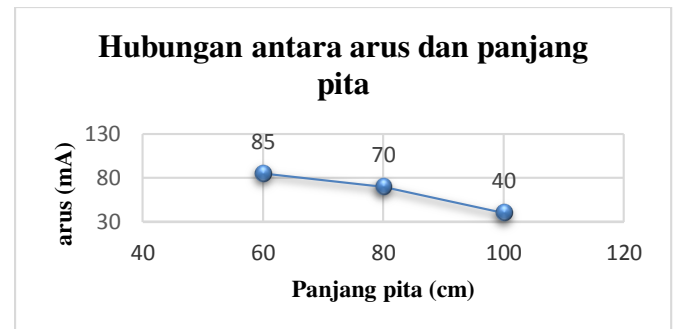
Berdasarkan hasil penelitian dari pengukuran tegangan terhadap panjang pita maka di peroleh data sebagai berikut .

**Tabel 4.4 panjang pita**

No	Panjang (cm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	60	3,6	85
2	80	2,8	70
3	100	2,2	40



**Gambar 4.5. Grafik hubungan antara tegangan dengan panjang pita**



**Gambar 4.6. Grafik hubungan antara arus dengan panjang pita**

Analisis fisis dari hasil yang di berikan pada data yang telah peneliti dapatkan, di dalam generator windbelt fluks/garis gaya akan mempengaruhi besar nilai tegangan dan arus yang di dihasilkan oleh generator windbelt, fluks garis gaya apabila semakin besar maka semakin besar pula tegangan yang di dikeluarkan oleh generator windbelt.

Di sebabkan lebar pita yang semakin kecil maka semakin besar pula garis gaya yang di dapatkan namun semakin besar lebar pita nilai  $d\Phi/dt$  semakin kecil karena getaran semakin lambat, sehingga pembesaran lebar pita yang terjadi akan mengurangi frekuensi (getaran) pada dawai menyebabkan garis gaya magnet berkurang dan nilai tegangan yang di dihasilkan menurun. Besar aerolastic flutter lah yang mempengaruhi kecepatan getaran pada pita. Dengan lebar pita yang semakin besar nilai aerolastic flutter juga semakin kecil namun berhenti pada saat titik tertentu.semakin kecil lebar pita juga memperbesar nilai aerolastic flutter, jadi pada lebar tertentu aerolastic flutter akan berkerja secara maksimal. Di dalam percobaan optimasi windbelt ini nilai lebar pita yang paling maksimal untuk memanfaatkan aerolastic flutter ialah 20 mm. Sedangkan tinggi pita akan memperjauh simpangan magnet dan mengurangi frekuensi getaran.

### Optimasi Nilai Tegangan

Berdasarkan hasil dari penelitian variasi sebelumnya maka peneliti menggabungkan hasil – hasil nilai tegangan yang paling optimal. Dengan merangkai windbelt menggunakan variasi yang paling optimal peneliti mendapatkan nilai sebagai berikut. Diameter magnet 18 mm, Tebal magnet 2

mm, Lebar pita 20 mm, Tinggi pita 60 cm, Jumlah lilitan 2000 lilitan, Kecepatan angin 4 m/s.

Dengan merangkai dari hasil tersebut akan diperoleh nilai optimasi tegangan, nilai optimasi tegangan yang di hasilkan ialah 5 volt, sedangkan arus yang di hasilkan 146 mA dan daya yang di hasilkan 0,73 mili Watt.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Generator mikro windbelt dapat menghasilkan tegangan listrik AC
2. Nilai parameter yang optimal yaitu :
  - a. Diameter magnet : 18 mm
  - b. Tebal magnet : 2 mm
  - c. Panjang pita : 60 cm
  - d. Lebar pita : 20 mm
  - e. Jumlah lilitan : 2000 lilitan
  - f. Kecepatan angin : 4 m/s
3. Hasil yang di peroleh dari optimasi nilai tegangan :
  - a. Tegangan : 5 Volt
  - b. Arus : 146 mA
  - c. Daya : 0,73 mWatt

### SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, dapat direkomendasikan beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut mengenai Optimalisasi windbelt, sebagai berikut:

1. Untuk dapat di kembangkan sebagai pembangkit listrik dengan cara :
  - a. Menyusun windbelt secara seri untuk menaikkan tegangan.
  - b. Menyusun windbelt secara paralel untuk meningkatkan arus.
2. Penempatan generator windbelt pada lahan yang luas dan memiliki intensitas angin yang cukup besar seperti di atap rumah atau gedung dan tempat tempat yang memiliki intensitas angin yang tinggi.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Munson, B.R., Young, D.F., 2002. *Fundamentals of Fluids Mechanics*. John Willey & Sons. New York-USA
- [2]. Young H.D, Roger A.F, 2003, *Sears and Zemansky University Phisycs* , Erlangga, Jakarta.
- [3]. Zuhail M., Zanggischan., 2004, *Prinsip Dasar Elektroteknik*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [4]. Hasler, J.P. 2008, *5 Designers' Simple Inventions Match Up for Save-the-World Prize*, Popular Mechanic.com..
- [5]. Dowell, E.H. R. Clark, D. Cox, H. C. Curtiss, J. W. Edward, K. C. Hall, D. A. Peters, R. Scanlan, E. Simiu, F. Sisto, and T.W. Strganac, 2004, *A modern course in aeroelasticity*, 4 ed, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- [6]. Untoro, N., 2014, *Karakterisasi Windbelt Sebagai Generator Listrik*, JNTETI, Vol 2. No.4, ISSN 2301 – 4156.